

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-003720

(43)Date of publication of application : 14.01.1994

(51)Int.Cl. G02F 2/00
H04B 10/04
H04B 10/06

(21)Application number : 03-165049 (71)Applicant : PHILIPS GLOEILAMPENFAB:NV

(22)Date of filing : 10.06.1991 (72)Inventor : KHOE GIOK D
WRIGHT KIERAN G

(30)Priority

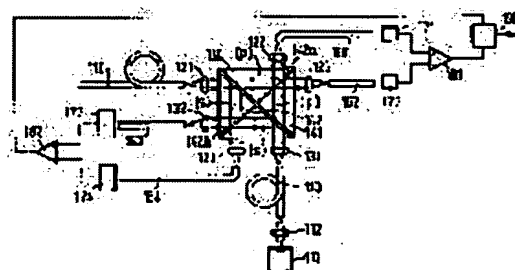
Priority number : 90 9001331 Priority date : 13.06.1990 Priority country : NL

(54) LIGHT SIGNAL BEAM DETECTING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a heterodyne or homodyne optical detecting device which does not require a really polarized-light sensitive layer.

CONSTITUTION: An optical heterodyne or homodyne receiver has an integrated type optical element 140, where a local oscillation beam and a signal beam are put together and split into orthogonally polarized partial beams at the same time. This element has a polarized-light sensitive beam splitter layer on its 1st surface 141 and a 2nd beam splitter layer on its 2nd surface 142 perpendicular to the 1st surface. The 2nd layer functions as a beam combiner element in this receiver and has two parts 142a and 142b. One part 142a passes and reflects one polarized state S to a specific extent and the other part 142b has the characteristics of the other polarized state P.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The optical system which has a beam combiner layer (142) for compounding a local oscillator (11), and the polarization induction beam splitter layer (141) and signal beam radiation which divide a lightwave signal beam into two partial beams (S and P) by which rectangular polarization was carried out with local oscillation radiation (140), In the optical heterodyne of a lightwave signal beam or homodyne detection equipment equipped with the detection system (171,172,173,174) for changing the compounded radiation into at least one electrical signal suitable for subsequent processings Or carry out owner Perilla frutescens (L.) Britton var. crispa (Thunb.) Decne. of the reflection coefficient, it is arranged in one radiation way of said partial beam, and desired extent is made to pass radiation of each partial beam. said beam combiner layer -- each -- transmission of a polarization dependency -- and -- Lightwave signal beam detection equipment characterized by having two parts (142a and 142b) which it came to reflect.

[Claim 2] Carry out incidence Perilla frutescens (L.) Britton var. crispa (Thunb.) Decne. of said radiation to said beam combiner layer at the include angle of 45 degree of ****, and the linearity polarization of said partial beam is carried out. Furthermore, it optimizes so that each of said two parts (142a, 142b) of said beam combiner layer may reflect in extent of said request through radiation separately. And said radiation is detection equipment according to claim 1 characterized by considering as linearity polarization in P and the direction of S about said polarization induction beam splitter layer (14), respectively.

[Claim 3] Said optical system is detection equipment according to claim 1 or 2 characterized by having at least one reflector (143, 144, 145,146,147,148) arranged at that optical path in order that one optical element may be piled up and this optical element (140) may deflect an inlet port or an outlet radiation beam further.

[Claim 4] Said reflector (143, 144, 145,146,147,148) is detection equipment according to claim 3 characterized by being extended at the include angle of about 45 degrees to said optical path.

[Claim 5] Said reflector (143, 144, 145,146,147,148) is detection equipment according to claim 3 or 4 characterized by being extended with the include angle of about 45 degrees to the field where the optical path of said radiation beam is arranged within said optical element (140).

[Claim 6] It is detection equipment according to claim 4 or 5 which at least one reflector (145,146) is arranged in the optical path of an input beam in order to deflect the beam containing the 1st direction, at least one reflector (143,145,147,148) is arranged in the optical path of an outlet beam in order to deflect an outlet beam towards the 2nd direction, and is characterized by said 1st and 2nd directions being directions which counter in vertical angle.

[Claim 7] Said optical element (140) is detection equipment according to claim 3 to 6 which has at least one inlet port or outlet side which has the perpendicular extended with a certain include angle to the optical path of a radiation beam, and is characterized by said include angle having a value between the abundance for about 10 minutes.

[Claim 8] Said optical element (140) is detection equipment according to claim 1 to 7 which has at least one prism (140a or 140b) which has two side faces surrounding a vertical angle, and is characterized by said two side faces having a part of said beam splitter layer (141a or 141b) and beam combiner layer (142b or 142a), respectively.

[Claim 9] The vertical angle of said prism (140a or 140b) is detection equipment according to claim

8 characterized by being 90 degrees.

[Claim 10] The optical system or the optical element suitable for using it for detection equipment according to claim 1 to 9.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the optical heterodyne of a lightwave-signal beam or homodyne detection equipment equipped with the optical system which has a beam combiner layer for compounding a local oscillator, and the polarization induction beam splitter layer and the signal beam radiation which divide a lightwave-signal beam into two partial beams by which rectangular polarization was carried out with a local-oscillation wave, and the detection system which changes the compounded radiation into at least one electrical signal suitable for subsequent processings.

[0002]

[Description of the Prior Art] Optical heterodyne detection equipment is used for lightwave signal transmission. Compared with the case where mixing a signal beam and the light beam from a local oscillator with heterodyne equipment detects a signal beam directly, a quite good result is obtained about discrimination of a S/N ratio and background radiation. The principle of the heterodyne detection of luminous radiation is explained by the reference "Optical Heterodyne Detection" of "IEEE spectrum" 1968.pp.77-85 in full detail. It is important for this reference that the condition of polarization of a signal beam and a local oscillation beam corresponds as much as possible so that it may be shown. One solution which attains this is dividing into two partial beams which have the polarization condition which intersects a signal beam perpendicularly mutually, respectively. These partial beam is compounded with the local oscillation beam which polarizes in the same condition.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Two polarization induction beam splitters which divide four components, i.e., a signal beam and a local oscillation beam, theoretically, respectively, and two beam combiner elements for compounding a partial beam are required for division and composition of a beam. One side of these combiner elements becomes unnecessary by compounding a signal beam and a local oscillation beam first, and dividing it into two rectangular polarization section beams by the polarization induction beam splitter after that. A beam combiner element not only has two inputs, but since it has the output of two pieces inevitably, in response to all signal radiation, it must detect two polarization induction beam splitters.

[0004] Above equipment is shown in drawing 3 of the European Patent application public presentation No. 0,345,889 specification. In this equipment, the beam splitter and the beam combiner element are accumulated on one optical element containing a two-layer beam splitter. The 1st layer is a polarization induction beam splitter layer, and about the polarization condition of incident light, the beam splitter layer of another side is neutrality, and is used as a combiner element. However, the layer which induces polarization truly is difficult to manufacture, therefore it is expensive. Since the polarization effectiveness which may be produced in the truly neutral layer which functions as a beam combiner element in conventional equipment has another effectiveness in actuation of coherent detection equipment, such a truly neutral layer is required. This invention aims at offer of the above mentioned optical heterodyne with the unnecessary layer of truly polarization sensitivity, or homodyne detection equipment.

[0005]

[Means for Solving the Problem] the equipment by this invention -- a beam combiner layer -- each --

a polarization dependency transmission coefficient -- and -- or it has a reflection coefficient and is characterized by being arranged in one radiation way of a partial beam, and including two parts in which desired extent is passed and it came to reflect radiation of each partial beam again. This invention is based on the fact that the radiation beam included in a beam combiner layer does not have polarization of arbitration, but polarizes in the fixed condition, in the example shown in drawing 3 of the European Patent application public presentation No. 0,345,889 specification. Thus, it is enough as a beam combiner layer to use the layer which has a transmission coefficient and a reflection coefficient equal about the radiation of a polarization condition which does not need to be neutrality truly, and is a request, for example, carries out incidence to the layer about a polarization condition. Those layers have manufacture quite cheaper than a true polarization neutral layer, and are easy.

[0006] The example of the equipment of this invention is optimized so that it may reflect in extent of the request of each of the above-mentioned two parts of a beam combiner layer to each through radiation, and it is characterized by coming to make the radiation into the linearly polarized light in P and the direction of S about a polarization induction beam-splitter layer, respectively. A coherent diversity wave detector often consists of a polarizing filter which chooses a linearly polarized light condition by the reasons of a configuration, and a beam extended with the include angle of about 45 degrees to a beam splitter side in fact.

[0007] Other examples of the equipment of this invention with which optical system is accumulated on one optical element are characterized by having at least one reflector arranged at the optical path, in order that an optical element may deflect an inlet port or an outlet radiation beam. The optical fiber or optical waveguide which supplies and derives this inlet port and an outlet radiation beam can be arranged in a direction which is different so that structure of equipment can be made small or easy, and a different location. These reflectors are arranged with the include angle of 45 degrees so that a deviation may be performed in the range which is 90 degrees.

[0008] This example is further characterized by being extended with the include angle of about 45 degrees to the field where the optical path of a radiation beam is arranged for these reflectors within an optical element. Thus, an inlet port and an outlet beam can be connected to this optical element a "top" or the "bottom." This equipment is arranged in the optical path of an inlet-port beam, in order that at least one reflector may deflect the beam which enters from the 1st direction, in order that at least one reflector may deflect an outlet beam towards the 2nd direction, it is arranged in the optical path of an outlet beam, and the 1st and 2nd directions are characterized by being the direction which counters in vertical angle. An inlet-port beam can be arranged to the optical element "up side", and an outlet beam can be arranged to the "down side", or it can arrange to "before and the backside", respectively. [the "backside"] The advantage that the guidance means of a beam becomes unnecessary by this between an optical element and the radiation induction detector which can be directly arranged to the field is acquired further.

[0009] Reflection is produced in respect of the inlet-port side of coherent detection equipment, an outlet side especially optical waveguide, and other optical elements. For example, by the reflection and interference between them which are repeated, although such reflection disturbs reception of a signal, such turbulence should be called off if possible. Reflection can decrease by preparing nonreflective coating. In order to reduce further the effect of turbulence of other reflection in the field of an accumulation mold optical element, with the equipment of this invention, it has at least one inlet port or outlet side which has the perpendicular to which an optical element is extended with a certain include angle to the optical path of a radiation beam, and, as for this include angle, has the value of the abundance for about 10 minutes thru/or abundance. an inlet port -- and -- or since an outlet side has an about 1-degree slight inclination to the beam which passes along them, the beam reflected in respect of the does not go into optical waveguide. Reception of this signal is carried out in this way, and is not disturbed. In order to avoid the radiation loss by reflection, it is good to prepare nonreflective coating. This coating has comparatively low quality and about 0.5% of residual reflection.

[0010] For this reason, as the inlet port or outlet side of optical waveguide is also shown in the reference "Generalpurpose single-mode laser parkage provided with a parallel beam outpuhaving-60 dB interface feedback " of minutes p.215-218 of 14thECOC conference (September, 1988,

Brighton), in a light guiding pipe, it can arrange aslant.

[0011] According to other descriptions of this invention, optical system contains one or more prism with which a vertical angle counters mutually. As for the equipment of this invention, this optical system has at least one prism which has two side faces surrounding a vertical angle, and these two side faces are characterized by giving a part of beam splitter layer and beam combiner layer, respectively. The severity of the tolerance which must be considered by this when assembling optical system to one element falls. In this case, the quality of this element is determined by the quality of these prism that has these layers, and it is determined by the precision considered during assembly although extent is lower than it. The vertical angle of this prism is good in it being 90 degrees.

[0012]

[Example] Drawing 1 is the schematic diagram of optical heterodyne or homodyne detection equipment. The signal beam from the optical transmission fiber 110 is made into a collimated beam with a lens 121, and starts the 1st input of optical system or an optical element 140. The beam which starts the 2nd input of an optical element 140 through a lens 112, a fiber 113, and a lens 131 is generated within a local oscillator 111. A system 140 is built as one element and has two fields 141 and 142 mutually extended in the direction of a right angle. A polarization induction beam splitter layer is prepared in a field 141. The field 142 has two parts 142a and 142b on both sides of a field 141. A beam splitter layer is prepared in each part. A signal beam and a local oscillation beam are divided into two partial beams which have the polarization direction which intersects perpendicularly mutually in the beam splitter layer of a field 141, respectively. In drawing 1 R> 1, this is indicated to be (P) by (S), the polarization direction of an advance beam is in parallel (P), and the polarization direction of these beams reflected in respect of 141 is the rectangular direction (S). Respectively, it is the same location on layer 142a, and is divided into two partial beams of equal reinforcement, a signal beam is compounded with the reflective part of a local oscillation beam, and the same of two partial beams of the parallel polarization direction P is said of reverse. Thus, beam splitter layer 142a acts as a beam combiner element. Photoelectric transducers 171 and 172 let two compounded partial beams which is obtained pass through lenses 122 and 123 and fibers 161 and 162. Similarly, S polarization partial beam of a local oscillation beam and a signal beam is compounded by layer 142b, and goes into a photoelectric transducer 173,174 through a lens 132,133 and a fiber 163,164.

[0013] The location on the field 142 as for which a parallel P polarization beam and S polarization beam carry out incidence is detached spatially mutually. The beam splitter layer of this field 142 does not need to be the same as a whole. In actuation of this equipment, this part of the field where the incident beam serves as P polarization passes equally the beam which polarized in this condition, it has beam splitter layer 142a to reflect, and partial 142b of the field 142 of S polarization beam which carries out incidence should just reflect and let the beam of polarization of this condition pass equally.

[0014] Since these [of two partial beams] two output signals are in phase, the output signal of two photoelectric transducers is compounded by adding them to one differential amplifier. The signal of converters 171 and 172 is the differential amplifier 181, and it of converters 173 and 174 is compounded with the differential amplifier 182, respectively. This not only uses all the energy of a signal beam, but has the effectiveness of decreasing the noise of a local oscillation beam within the differential amplifier. The output signal of differential amplifier 181 and 182 is compounded in a circuit 190. The outputs of this circuit are the lightwave signal added to equipment through the transmission fiber 110, and the electrical signal modulated for the same information. In the above explanation, the beam combiner layers 142a and 142b are formed in the layer reflected through the beam of tales doses. It can constitute so that it may have the reinforcement from which the partial beam formed differs these layers theoretically.

[0015] Drawing 2 (a) shows the example which has a reflector for an optical element 140 to deflect an inlet port and an outlet beam. This example is a modification of the example of drawing 1 . Only the changed optical element 140 is shown in drawing 2 (a). An element 140 has the polarization induction beam splitter layer 141 and the beam splitter layers 142a and 142b in one field as in drawing 1 . The side face of an element 140 is *(ed) with a field at the include angle of 45 degrees, and he is trying for each of the four flanks to serve as reflectors 143,145,147 or 148. These reflectors are made to be reflected in respect of these, before and after an inlet port and an outlet beam being

divided by the beam splitter layers 141, 142a and 142b and compounding. In respect of drawing 2 (a), the location of an inlet port and an outlet beam is shown by the lenses 121, 131, and 122, 123, 132, 133 shown with a broken line.

[0016] Drawing 2 (b) is a side elevation in line B-B of the optical element of drawing 2 (a). A signal beam hits an element 140 from a fiber 110 through a collimator lens 121. This beam is reflected in respect of 143 within this element, and it is divided into the polarization component which intersects perpendicularly by the polarization induction beam splitter 141, and one side of these components crosses beam splitter layer 142a, and it is compounded with a part of local oscillation beam there. A wave detector lets this compounded beam pass through a reflector 148, a lens 123, and the guided wave section 162 next.

[0017] Drawing 3 (a), 3 (b), and 3 (c) show other examples of the optical element of this invention. Unlike drawing 2 (a) and 2 (b), by an inlet-port beam entering from a top, after reflecting an outlet beam in respect of 143, 145, 147, 148 by reflecting in respect of 144 and 146, it comes out from the bottom. Thus, the bottom can be completely used in order to give the means for receiving an outlet beam by arranging a beam induction detector directly to the down side, as the broken-line circle 171, 172, 173, 174 shows. Drawing 3 (b) and 3 (c) are the side-face sectional views in line B-B and C-C. In drawing 3 (b), a signal beam enters through the guided wave section 110 and a collimator lens 121. It reflects in respect of 144, and this beam crosses the beam splitter layer 141 and beam combiner layer 142a, and reflects them towards a detector 172 according to a field 148. This detector 172 is arranged directly at the element 140 bottom. Drawing 3 (c) shows the beam which goes into a detector 173 through the beam splitter layer 141, beam combiner layer 142b, and a reflector 143.

[0018] In order especially to decrease the radiation loss in the air-glass interface of an optical element and to make it turbulence not arise in reflection in these fields, the inlet port and outlet side of an optical element have nonreflective coating. Just nonreflective coating is not necessarily enough to prevent the effect of all turbulence of the reflected light. According to this invention, the inlet port and outlet side of an optical element are aslant arranged so that the perpendicular of those fields may be extended at the include angle of 1 degree of **** to the direction of the beam passing through that. This is shown in drawing 4. drawing 4 -- the edge of an optical element and optical waveguide -- removing -- drawing 1 and **** -- it is the same. Drawing 1 R> 1 is referred to for explanation of the element mentioned later. An optical element 440 has an inlet port and an outlet side, and these perpendiculars are extended with the include angle of about 1 degree in the direction of the beam passing through that. However, the polarization induction beam splitter layer 141 and the beam combiner layers 442a and 442b have a location to the same beam as the fields 141, 142a and 142b where drawing 1 corresponds. Since these inlet ports and an outlet side are slanting, the beam reflected there does not go into a waveguide, therefore does not influence a detection system. Thus, since there is no reflective bad influence, it acts so that only nonreflective coating may fall radiation loss. So, it is enough if nonreflective coating which does not need to apply very high-class nonreflective coating to the field of an element 440, and has about 0.5% of residual reflection factor is used.

[0019] The optimal tilt angle of the side face of an optical element 440 is decided by the distance and the diameter to collimator lenses 121-133, and is the range of abundance to the abundance for 10 minutes. Moreover, the end face of waveguides 110, 113, and 161, 162, 165, 164 can be aslant arranged to a beam. I want to refer to the reference of above ECOC about the detail. The inlet port and outlet side of this slant can be used also about drawing 2 and the reflector of 3. Since the direction of the outlet part of a local oscillation beam of the include angle between beam splitter layers is the same as it of the outlet partial beam of a signal beam in this example, it becomes a right angle. However, a beam splitter layer does not need to become right-angled mutually.

[0020] This is shown in drawing 5. In this drawing, four parts 141a, 141b, 142a, and 142b of a beam splitter layer are shown, and these are making include angles alpha, gamma, beta, and delta mutually in the common feature 0. The 1st beam S, for example, a signal beam, goes into field 141a at an include angle i. Setting to this field, Beams S are two partial beams S1. S2 It is divided and comes out of that field at the same include angle i. Partial beam S1 S2 Incidence is carried out to Fields 142a and 142b with include angles l and k, respectively. It sets to field 142a and is the partial beam S1. It is again divided into two partial HIMU S11 and S12, and, similarly comes out of the field at an

include angle l . The same is said of field 142b, and this is the partial beam S2. It is divided into S21 and S22, and comes out of the field at the same include angle k as an incident angle.

[0021] The 2nd inlet-port beam L which goes into field 141b at an include angle j is the partial beam L1. L2 It is divided and each is further divided into the partial beams L11, L12, L21, and L22 in respect of 142a and 142b. If the partial beams L11, L12, L21, and L22 are the respectively same directions as the partial beams S12, S11, S22, and S21, it is the partial beam L1. It goes into field 142a at an include angle l , and is the partial beam L2. The include angle which field 142b makes is set to k .

[0022] The angular relation-ship in drawing 5 is as follows. Trigonum OAC -- $\alpha+i+k=$ -- the 180 degree; trigonum OCB -- $\gamma+k+j=180$ degree; -- Trigonum OBD -- $\beta+j+l=$ -- the 180 degree; trigonum ODA -- $\delta+l+i=$ -- 180 degree; square ABCD -- $2(i+j+k+l) = 360$ degrees. From these to $\alpha+\beta=\gamma+\delta =$ it becomes 180 degrees. Two the include angles α and β of an angle or the sums of γ and δ which counter must be 180 degrees so that a signal beam and a local oscillation beam may come out in the same direction. Although the shift of these fields in which it is made for Fields 141a, 141b, 142a, and 142b not to have a common feature O which receives mutually does not influence in the direction of an outlet beam, it influences the mutual distance between the main shafts of a beam. In fact, such a distance can be solved by acquiring lap sufficient on a wave detector, even if it enlarges the diameter of a beam by the collimator lens and a beam shifts slightly mutually.

[0023] Drawing 6 shows one example of the optical element 140 which uses the above-mentioned principle. This element has four partial prism 140a, 140b, 140c, and 140d, the seal of the side face of these prism is mutually carried out with the optical adhesives 150, and the refractive index after hardening of these adhesives is the same as a prism ingredient. The vertical angles α and β of Prism 140a and 140b are chosen so that the sum may become 180 degrees. The beam splitter layers 141a and 142b are formed in two side faces of prism 140a which face Prism 140d and 140c, respectively. Layers 142a and 141b are formed in the side face of prism 140b facing Prism 140d and 140c. Thus, by preparing a beam splitter layer, it is guaranteed that adjustment between four prism behind a seal does not have the optimal include angle between the fields of a beam splitter. Although include angles α and β are good in it being 90 degrees, respectively, different selection as mentioned above is also possible. If Prism 140a, 140b, 140c, and 140d is assembled to one element, it is not necessary to perform exact adjustment of these prism received mutually. Since the quality of these elements is determined by two prism 140a and 140b, the precision of other prism (140c and 140d) may be low, therefore is cheap. Prism 140c and 140d may be omitted by being filled up with adhesives there. If a configuration which enables change of the refractive index in the location of fields 141 and 142 is taken, it is completely good also as with empty in the tooth space for prism 140c and 140d.

[Translation done.]

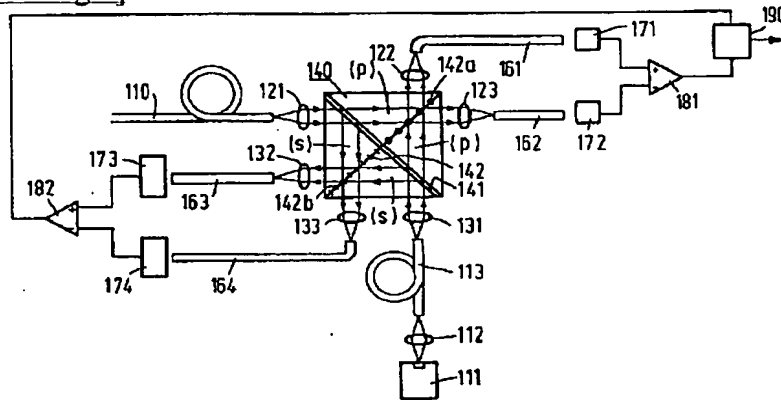
*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

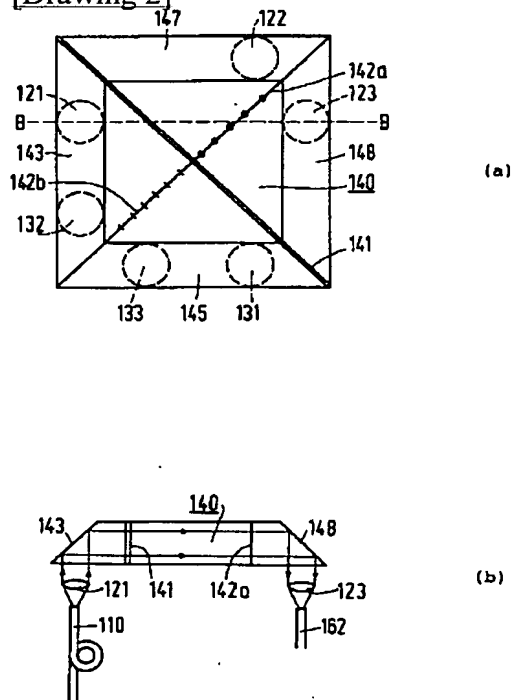
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

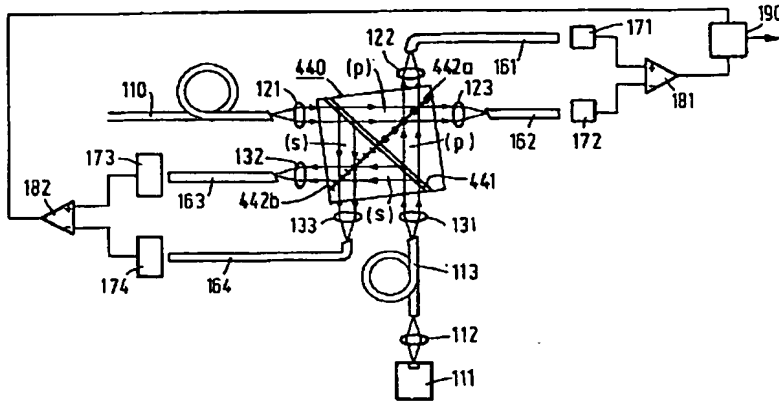
[Drawing 1]



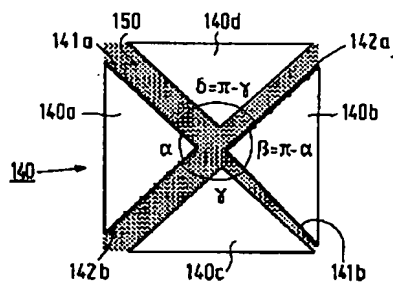
[Drawing 2]



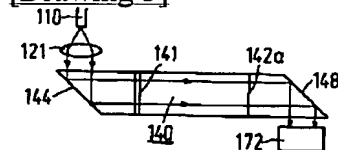
[Drawing 4]



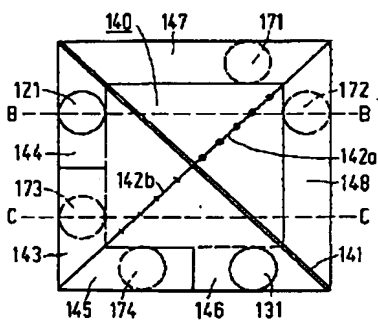
[Drawing 6]



[Drawing 3]



(b)

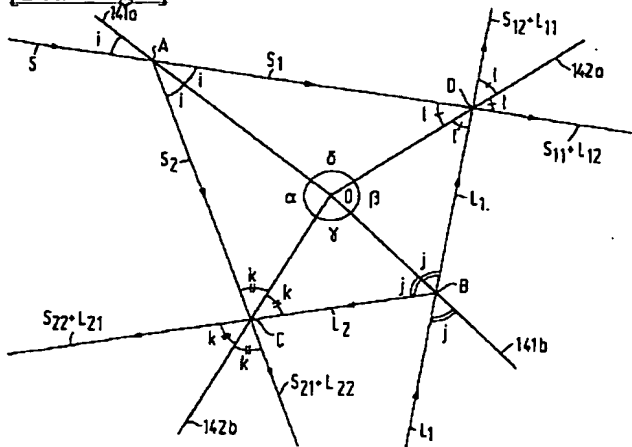


(a)



(c)

[Drawing 5]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-3720

(43)公開日 平成6年(1994)1月14日

(51)Int.Cl. ³	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 2/00		8106-2K		
H 0 4 B 10/04				
10/08		8220-5K	H 0 4 B 9/ 00	L

審査請求 未請求 請求項の数10(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平3-165049

(22)出願日 平成3年(1991)6月10日

(31)優先権主張番号 9 0 0 1 3 3 1

(32)優先日 1990年6月13日

(33)優先権主張国 オランダ(NL)

(71)出願人 590000248

エヌ・ペー・フィリップス・フルーイラン
ベンファブリケンN. V. PHILIPS' GLOEIL
AMPENFABRIEKENオランダ国 アインドーフェン フルーネ
ヴァウツウェッハ、I

(72)発明者 キョク、ドジャン、コーエ

オランダ国アインドーフェン、フルーネ
ヴァウツウェッハ、I

(72)発明者 キーラン、ジェラルド、ライト

オランダ国アインドーフェン、フルーネ
ヴァウツウェッハ、I

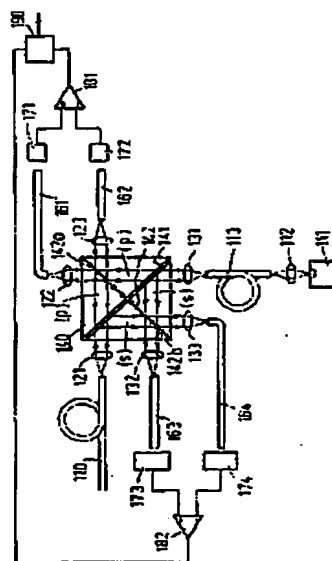
(74)代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 光信号ビーム検波装置

(57)【要約】

【目的】 真に偏光感応性の屈を必要としないヘテロダインまたはホモダイン光検波装置の提供。

【構成】 光学ヘテロダインまたはホモダイン受信器は集積型の光学要素(140)を有し、そこで局部発振ビームと信号ビームが合成されると同時に直交偏光した部分ビームに分割される。この要素は第1面(141)に偏光感応ビームスプリッタ層を有して、それに直角の第2面(142)に第2ビームスプリッタ層を有する。この第2層はこの受信器においてビームコンバイナ要素として機能し、二つの部分(142aと142b)を有する。その一方(142a)は一つの偏光状態(S)を所定の程度に通過して反射し、他方(142b)は他の偏光状態(P)についてこの特性を有する。



(2)

特開平6-3720

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 局部発振器(11)と、光信号ビームを2個の直交偏光された部分ビーム(SとP)に分割する偏光感応ビームスプリッタ層(141)および信号ビーム放射を局部発振放射と合成するためのビームコンバイナ層(142)を有する光学系(140)と、合成された放射を以降の処理に適した少くとも1個の電気信号に変換するための検波系(171、172、173、174)と、を備えている光信号ビームの光学ヘテロダインまたはホモダイン検波装置において、前記ビームコンバイナ層は、夫々が偏光依存性の伝送そしてまたは反射係数を有しそして前記部分ビームの一方の放射路内に配置されて夫々の部分ビームの放射を所望の程度に通過させ、反射させるようになった2つの部分(142aと142b)を有していることを特徴とする光信号ビーム検波装置。

【請求項2】 前記放射は前記ビームコンバイナ層にほぼ45°の角度で入射しそして前記部分ビームは線形偏光されており、更に前記ビームコンバイナ層の前記2つの部分(142a、142b)の夫々が個々に前記所望の程度に放射を適しそして反射するように最適化され、そして前記放射は前記偏光感応ビームスプリッタ層(141)に関し夫々PおよびS方向に線形偏光とされることを特徴とする請求項1記載の検波装置。

【請求項3】 前記光学系は一つの光学要素に集積されており、更に、この光学要素(140)が、入口または出口放射ビームを偏向するためにその光路に配置される少くとも1個の反射面(143、144、145、146、147、148)を有することを特徴とする請求項1または2に記載の検波装置。

【請求項4】 前記反射面(143、144、145、146、147、148)は前記光路に対し約45°の角度で伸びることを特徴とする請求項3記載の検波装置。

【請求項5】 前記反射面(143、144、145、146、147、148)は、前記光学要素(140)内で前記放射ビームの光路が配置される面に対し約45°の角度をもって伸びることを特徴とする請求項3または4に記載の検波装置。

【請求項6】 第1の方向が入るビームを偏向するために少くとも1つの反射面(145、148)が入力ビームの光路内に配置され、第2の方向に向けて出口ビームを偏向するため出口ビームの光路内に少くとも1つの反射面(143、145、147、148)が配置され、そして前記第1および第2方向は対角的に対向する方向であることを特徴とする請求項4または5に記載の検波装置。

【請求項7】 前記光学要素(140)は放射ビームの光路に対し或る角度をもって伸びる蓋を有する少くとも1つの入口または出口面を有し、前記角度は約10分の数度と数度の間の値を有することを特徴とする請求項3

2

乃至6のいずれかに記載の検波装置。

【請求項8】 前記光学要素(140)は頂角を囲む2つの側面を有する少くとも1個のプリズム(140aまたは140b)を有し、前記2つの側面は夫々前記ビームスプリッタ層(141aまたは141b)およびビームコンバイナ層(142bまたは142a)の一部を有することを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の検波装置。

【請求項9】 前記プリズム(140aまたは140b)の頂角は90°であることを特徴とする請求項8記載の検波装置。

【請求項10】 請求項1乃至9のいずれかに記載の検波装置に使用するために適した光学系または光学要素。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、局部発振器と、光信号ビームを2つの直交偏光された部分ビームに分割する偏光感応ビームスプリッタ層および信号ビーム放射を局部発振放射と合成するためのビームコンバイナ層を有する光学系と、合成された放射を以降の処理に適した少くとも1つの電気信号に変換する検波系とを備えている光信号ビームの光学ヘテロダインまたはホモダイン検波装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 光学ヘテロダイン検波装置は光信号伝送に用いられる。ヘテロダイン装置で信号ビームと局部発振器からの光ビームとを混合することは、信号ビームを直接検波する場合に比べてS/N比と背景放射の弁別についてかなり良い結果が得られる。光放射のヘテロダイン検波の原理は“IEEEスペクトラム”1968、p. 77-85の文献“Optical Heterodyne Detection”に詳述されている。この文献に示されるように、信号ビームと局部発振ビームの偏光の状態が可能な限り対応することが重要である。これを達成する一つの解決法は信号ビームを夫々互いに直交する偏光状態を有する2つの部分ビームに分割することである。これら部分ビームは同一の状態で偏光される局部発振ビームと合成される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 原理的に4つの成分すなわち、信号ビームと局部発振ビームを夫々分割する2個の偏光感応ビームスプリッタと、部分ビームを合成するための2個のビームコンバイナ要素がビームの分割と合成に必要である。まず信号ビームと局部発振ビームを合成し、その後それを偏光感応ビームスプリッタにより2つの直交偏光部ビームに分割することにより、これらコンバイナ要素の内一方が不要となる。ビームコンバイナ要素は2つの入力を持つばかりでなく必然的に2個の出力を有するから、2個の偏光感応ビームスプリッタはすべての信号放射を受けて検波しなければならない

(3)

特開平6-3720

3

い。

【0004】上記の装置はヨーロッパ特許出願公開第0,345,889号明細書の、図3に示されている。この装置においてはビームスプリッタおよびビームコンバイナ要素は2層のビームスプリッタを含む一つの光学要素に集積されている。その第1の層が偏光感応ビームスプリッタ層であり、他方のビームスプリッタ層は入射光の偏光状態に関しては中性でありコンバイナ要素として用いられる。しかしながら、真に偏光に感応する層は製作が困難であり、従って高価である。従来の装置においてはビームコンバイナ要素として機能する真に中性の層に生じうる偏光効果はコヒーレントな検波装置の動作に別の効果をもつから、そのような真に中性の層が必要である。本発明は真に偏光感応性の層が不要な前記した光学ヘテロダインまたはホモダイン検波装置の提供を目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明による装置ではビームコンバイナ層は夫々が偏光依存性伝送係数そしてまたは反射係数を有し、そして部分ビームの一方の放射路内に配置されて夫々の部分ビームの放射を所望の程度に通過させ又、反射させるようになった二つの部分を含むことを特徴とする。本発明はヨーロッパ特許出願公開第0,345,889号明細書の図3に示す実施例において、ビームコンバイナ層に入る放射ビームが任意の偏光を有さず固定状態に偏光されるという事実に立脚する。このようにビームコンバイナ層は偏光状態に関して真に中性である必要がなく、所望の、例えばその層に入射する偏光状態の放射について等しい伝送係数および反射係数をもつ層を使用することで充分である。それらの層は真の偏光中性層より製造がかなり安価であり、容易である。

【0006】本発明の装置の例はビームコンバイナ層の上記2つの部分の夫々が個々に所望の程度に放射を通しそして反射するように最適化されそしてその放射が偏光感応ビームスプリッタ層に関し夫々PおよびS方向に直線偏光とされるようになったことを特徴とする。実際にはコヒーレントダイバシティ検波装置は構成上の理由で直線偏光状態を選択する偏光フィルタとビームスプリッタ面に対し約45°の角度をもって伸びるビームとではしばしば構成される。

【0007】光学系が一つの光学要素に集積されている本発明の装置の他の例は光学要素が入口または出口放射ビームを偏向するためにその光路に配置される少なくとも1個の反射面を有することを特徴とする。この入口および出口放射ビームを供給し導出する光ファイバまたは光導波管は装置の構造を小型にまたは簡単にすることが出来るように異なった方向および異なった位置に配置しうる。これら反射面は偏向が90°の範囲で行われるように45°の角度をもって配置される。

4

【0008】この例は更にこれら反射面が光学要素内で放射ビームの光路が配置される面に対し約45°の角度をもって伸びることを特徴とする。このように入口および出口ビームはこの光学要素の“上側”または“下側”に接続しうる。この装置は少なくとも1つの反射面が第1の方向から入るビームを偏向するため入口ビームの光路内に配置され、少なくとも1つの反射面が第2の方向に向けて出口ビームを偏向するため出口ビームの光路内に配置され、そして第1および第2方向は対角的に対向する方向であることを特徴とする。入口ビームは光学要素の“上側”に配置出来、出口ビームはその“下側”に配置出来、あるいは“前側”と“後側”に夫々配置出来る。これにより、光学要素とその面に直接配置しうる放射感応検出器との間にビームの案内手段が不要となるという利点が更に得られる。

【0009】反射はコヒーレント検波装置の入口面と出口面、特に光導波管と他の光学要素の面で生じる。例えば、それらの間のくり返される反射と干渉により、そのような反射が信号の受信を乱すが、そのような乱れは可能ながざり回避すべきである。反射は例えば無反射コーティングを設けることで減少しうる。集積型光学要素の面での他の反射の乱れの影響を更に低下させるために、本発明の装置では光学要素が放射ビームの光路に対し或る角度をもって伸びる歪傾を有する少なくとも1つの入口または出口面を有し、この角度は約10°分の数度乃至数度の値を有する。入口そしてまたは出口面はそれらを通るビームに対し1°程度の僅かな傾斜を有するから、その面で反射されるビームは光導波管に入らない。この信号の受信はこのようにして乱されない。反射による放射損失を避けるために、無反射コーティングを設けるとよい。このコーティングは比較的低い品質および約0.5%の残留反射を有する。

【0010】このため、光導波管の入口または出口面も第14回ECCOコンファレンス(1988年9月、ブライトン)の議事録p.215~218の文献“General purpose single-mode laser package provided with a parallel beam output having -60 dB interface feedback”に示されるように導波管において斜めに配置しうる。

【0011】本発明の他の特徴によれば、光学系は頂角が互いに対向する1個以上のプリズムを含む。本発明の装置はこの光学系は頂角を囲む2つの側面を有する少なくとも1個のプリズムを有し、これら二つの側面は夫々ビームスプリッタ層およびビームコンバイナ層の一部を与えることを特徴とする。これにより、光学系を一つの要素に組立てるとき考えなければならないトランズの厳しさが低下する。この場合、この要素の品質はそれら層を有するこれらプリズムの品質により、決定され、そして程度はそれより低い組立中に考えられる精度により決定される。このプリズムの頂角は90°であるとき

(4)

特開平6-3720

5

い。

【0012】

【実施例】図1は光学ヘテロダインまたはホモダイン検波装置の概略図である。光伝送ファイバ110からの信号ビームはレンズ121により平行ビームにされ、そして光学系あるいは光学要素140の第1入力に入る。光学要素140の第2入力へレンズ112、ファイバ113およびレンズ131を介して入るビームは局部発振器111内で発生される。系140は一つの要素としてつくられそして互いに直角の方向に伸びる2つの面141と142を有する。偏光感応ビームスプリッタ層が面141に設けられる。面142は面141の同側に2つの部分142aと142bを有している。ビームスプリッタ層が各部分に設けられる。信号ビームと局部発振ビームは面141のビームスプリッタ層で夫々互いに直交する偏光方向を有する二つの部分ビームに分けられる。図1ではこれは(P)と(S)で示されており、進行ビームの偏光方向が平行方向(P)であり、面141で反射したそれらビームの偏光方向は直交方向(S)である。平行偏光方向Pの2つの部分ビームは夫々層142a上の同一位置で等しい強度の二つの部分ビームに分割され、信号ビームが局部発振ビームの反射部分と合成され、逆も又同様である。このようにビームスプリッタ層142aはビームコンバイナ要素として作用する。得られる2つの合成された部分ビームはレンズ122と123およびファイバ161と162を通して光-電気変換器171と172に通される。同様に、局部発振ビームと信号ビームのS偏光部分ビームは層142bで合成され、レンズ132、133およびファイバ163、164を通じて光-電気変換器173、174に入る。

【0013】平行P偏光ビームとS偏光ビームが入射する面142上の位置は互いに空間的に離される。この面142のビームスプリッタ層は全体として同一である必要はない。本装置の動作においては、入射ビームがP偏光となっている面のこの部分が、この状態に偏光されたビームを等しく通過させ、反射するビームスプリッタ層142aを有し、S偏光ビームの入射する面142の部分142bが等しくこの状態の偏光のビームを反射しそして通すだけでよい。

【0014】2つの部分ビームのこれら2つの出力信号は同相であるから、2つの光-電気変換器の出力信号はそれらを一つの差動増幅器に加えることで合成される。変換器171と172の信号は差動増幅器181で、変換器173と174のそれは差動増幅器182で夫々合成される。これは信号ビームのエネルギーをすべて使用するばかりでなく、局部発振ビームのノイズを差動増幅器内で減少させる効果をも有する。差動増幅器181と182の出力信号は回路190で合成される。この回路の出力は伝送ファイバ110を介して装置に加えられた光信号と同じ情報で変調された電気信号である。以上の

6

説明において、ビームコンバイナ層142aと142bは同量のビームを通しそして反射する層で形成されている。原理的にはそれら層を、形成される部分ビームが異なる強度を有するように構成出来る。

【0015】図2(a)は光学要素140が入口および出口ビームを偏向するための反射面を有する実施例を示す。この実施例は図1の実施例の変形例である。図2(a)には変更された光学要素140のみを示している。図1におけるように、要素140は一つの面に偏光感応ビームスプリッタ層141とビームスプリッタ層142aと142bを有する。要素140の側面は45°の角度で面とりされてその四つの側部の夫々が反射面143、145、147または148となるようにされている。これら反射面は、入口および出口ビームがビームスプリッタ層141、142a、142bにより分割されそして合成される前後でこれら面で反射されるようにするものである。図2(a)の面では入口および出口ビームの位置は破線で示すレンズ121、131、122、123、132、133で示されている。

【0016】図2(b)は図2(a)の光学要素の横断面B-Bにおける側面図である。信号ビームはコリメータレンズ121を介してファイバ110から要素140に当る。この要素内でこのビームは面143で反射し、偏光感応ビームスプリッタ141で直交する偏光成分に分割され、そしてこれら成分の一方がビームスプリッタ層142aを横切り、そこで局部発振ビームの一部と合成される。この合成されたビームは次に反射面148、レンズ123および導波部162を介して検波器に通される。

【0017】図3(a)、3(b)、3(c)は本発明の光学要素の他の実施例を示す。図2(a)、2(b)とは異なり、入口ビームは上から入りそして面144と146で反射し、出口ビームは面143、145、147、148で反射した後に下側から出る。このように下側は、例えば破線円171、172、173、174で示すように下側に直接にビーム感応検出器を配列することにより出口ビームを受けるための手段を与えるべく完全に使用しうる。図3(b)と3(c)は横断面B-BとC-Cにおける側面断面図である。図3(b)において、信号ビームは導波部110とコリメータレンズ121を介して入る。このビームは面144で反射し、ビームスプリッタ層141とビームコンバイナ層142aを横切り、面148により検出器172に向けて反射する。この検出器172は要素140の下側に直接配置されている。図3(c)はビームスプリッタ層141とビームコンバイナ層142bと反射面143を介して検出器173に入るビームを示す。

【0018】光学要素の空気-ガラス界面での放射損を減少しそして特にこれら面での反射に乱れが生じないようにするために、光学要素の入口および出口面は無反射

(5)

特開平6-3720

7

コーティングを有する。無反射コーティングだけでは反射光のすべての乱れの影響を防止するに必ずしも充分でない。本発明によれば、光学要素の入口および出口面は、それらの面の垂線がそこを通るビームの方向に対しは $\pm 1^\circ$ の角度で伸びるように斜めに配置される。これを図4に示す。図4は光学要素と光導波管の端部を除き図1とは同じである。後述する要素の説明のために図1を参照する。光学要素440は入口および出口面を有し、これらの垂線はそこを通るビームの方向に約 1° の角度をもって伸びる。しかしながら、偏光感応ビームスプリッタ層141とビームコンバイナ層442a、442bは図1の対応する面141、142a、142bと同一のビームに対する位置を有する。これら入口および出口面は斜めとなっているからそこで反射するビームは導波管に入らず、従って検波系に影響しない。このように反射の悪影響がないから無反射コーティングだけが放射損失を低下するように作用する。それ故、要素440の面に非常に高価な無反射コーティングを適用する必要はなく、約0.5%の残留反射率を有する無反射コーティングを用いれば充分である。

【0019】光学要素440の側面の最適傾斜角はコリメータレンズ121~133に対する距離および直径によりさまじ、10分の数度から数度の範囲である。また、導波管110、113、161、162、165、164の端面はビームに対し斜めに配置しうる。その詳細については前記のECCOの文献を参照されたい。この斜めの入口および出口面は図2と3の反射面についても使用しうる。この実施例においてはビームスプリッタ層間の角度は局部発振ビームの出口部分の方向が信号ビームの出口部分ビームのそれと同じであるから直角となる。しかしながら、ビームスプリッタ層は互いに直角となる必要はない。

【0020】これを図5に示す。この図において、ビームスプリッタ層の4つの部分141a、141b、142a、142bが示されており、これらは共通点Oにおいて互いに角度 α 、 γ 、 β 、 δ をなしている。第1ビームS、例えば信号ビームは面141aに角度 i で入る。この面において、ビームSは2つの部分ビームS₁とS₂に分けられ、同じ角度 i でその面を出る。部分ビームS₁とS₂は角度 l と k をもって夫々面142a、142bに入射する。面142aにおいて、部分ビームS₁は再び2つの部分ビームS₁₁とS₁₂に分けられ、そして同じく角度 l でその面を出る。これは面142bについても同様であり、部分ビームS₂がS₂₁とS₂₂に分けられてその面を入射角と同じ角度 k で出る。

【0021】面141bに角度 j で入る第2入口ビームLは部分ビームL₁とL₂に分けられ、夫々が更に面142aと142bで部分ビームL₁₁、L₁₂、L₂₁、L₂₂に分けられる。部分ビームL₁₁、L₁₂、L₂₁、L₂₂が部分ビームS₁₁、S₁₂、S₂₁、S₂₂と夫々同じ方向であれ

8

は、部分ビームL₁は角度 l で面142aに入り、部分ビームL₂と面142bのなす角度は k となる。

【0022】図5における角度関係は次の通りである。三角OACについて $\alpha + i + k = 180^\circ$ ；三角OCBについて $\gamma + k + j = 180^\circ$ ；三角OBDについて $\beta + j + l = 180^\circ$ ；三角ODAについて $\delta + l + i = 180^\circ$ ；四角ABCDについて $2(i + j + k + l) = 360^\circ$ 。これらから、 $\alpha + \beta = \gamma + \delta = 180^\circ$ となる。2つの対向する角の角度 α と β または γ と δ の和は、信号ビームと局部発振ビームが同一方向に出るように 180° でなくてはならない。面141a、141b、142a、142bが共通点Oをもたないようにするそれら面の互いに対するシフトは出口ビームの方向には影響しないがビームの主軸間の相互距離に影響する。実際にはそのような距離はビームの直径をコリメータレンズにより大きくしてビームが互いに僅かにずれても検波器上で十分な重なりが得られるようにすることにより解決しうる。

【0023】図6は上記原理を用いる光学要素140の一実施例を示す。この要素は4個の部分プリズム140a、140b、140c、140dを有し、これらプリズムの側面は光学的接着剤150で互いにシールされており、この接着剤の硬化後の屈折率はプリズム材料と同じである。プリズム140aと140bの頂角 α と β はその和が 180° になるように選ばれる。ビームスプリッタ層141aと142bはプリズム140dと140cに夫々面するプリズム140aの2つの側面に設けられる。層142aと141bはプリズム140dと140cに面するプリズム140bの側面に設けられる。このようにビームスプリッタ層を設けることにより、ビームスプリッタの面間の角度が、シール後の4個のプリズム間の整合が最適でなくとも保証される。角度 α と β は夫々 90° であるとよいが、上記のように異なる選択も可能である。プリズム140a、140b、140c、140dを一つの要素に組立てると、互いに対するこれらプリズムの正確な整合を行う必要はない。これら要素の品質は2つのプリズム140aと140bにより決定されるから、他のプリズム(140cと140d)の精度は低くてもよく従って安価である。プリズム140cと140dは接着剤をそこに充填することで省略してもよい。面141と142の位置における屈折率の変化を可能にするような構成をとれば、プリズム140cと140d用のスペースを全く空のままとしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の装置を示す図。

【図2】入口および出口ビームの光路内に反射面を有する集積光学要素を示す図。

【図3】その他の実施例を示す図。

【図4】反射を乱すことのないように入口および出口面が傾斜した集積光学要素の一実施例を示す図。

(5)

特開平6-3720

9

10

【図5】ビームスプリッタ層の相互の角が満すべき要件を示す図。

【図6】この光学要素の特殊な実施例を示す図。

【符号の説明】

110 光ファイバ

113 光ファイバ

163 光ファイバ

164 光ファイバ

111 局部発振器

112 レンズ

121 レンズ

122 レンズ

* 123 レンズ

131 レンズ

132 レンズ

133 レンズ

140 光学系

171 光-電気変換器

172 光-電気変換器

173 光-電気変換器

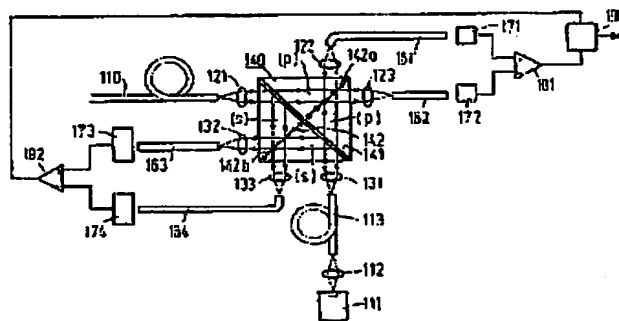
174 光-電気変換器

10 181 発動増幅器

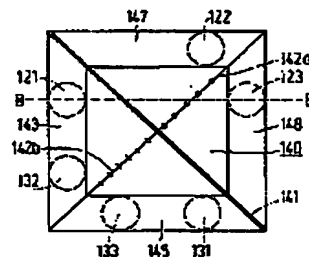
182 発動増幅器

* 141 ビームスプリッタ層

【図1】

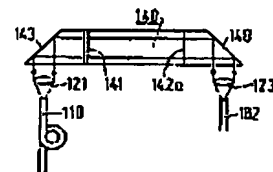
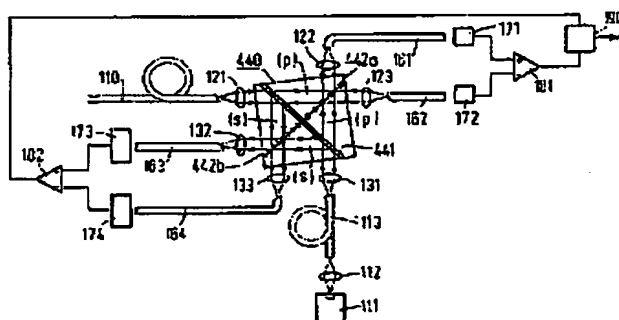


【図2】



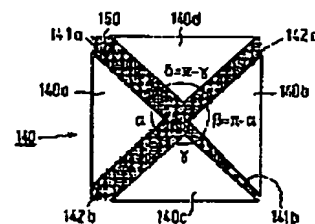
(a)

【図4】



(b)

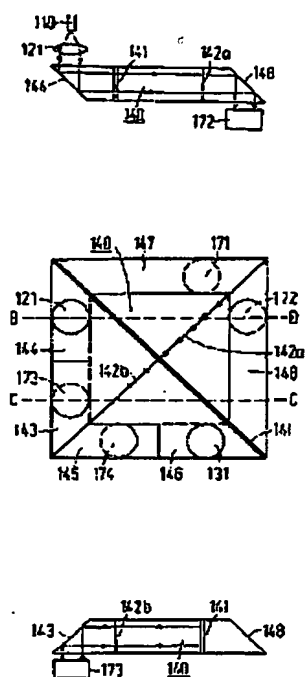
【図6】



(7)

特開平6-3720

【図3】



【図5】

